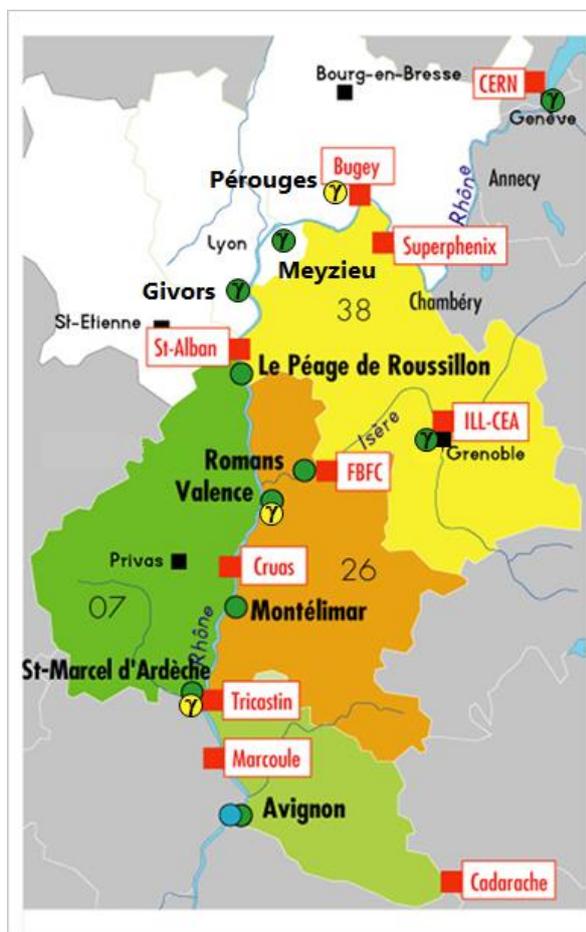


SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE

RESEAU DE BALISES CRIIRAD

Rapport N° 23-21

RAPPORT TRIMESTRIEL JANVIER-FEVRIER-MARS 2023



- Balises d'air en fonctionnement
- Sondes Gamma
- Sondes de spectrométrie Gamma
- Balise d'eau d'Avignon
- Installations nucléaires



Communes du réseau Montilien

Document réalisé par le **laboratoire de la CRIIRAD**
pour les partenaires du **réseau de balises**

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD	3
I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Premier trimestre 2023	3
II/ A signaler au cours du trimestre	3
RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU	7
I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambient	7
II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique	10
III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône.....	13
RESULTATS DES CONTROLES EN DIFFERE AU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD	15
I/ Résultats des analyses de filtres par spectrométrie gamma	15
II/ Résultats des analyses de cartouches par spectrométrie gamma.....	15
III/ Résultats des analyses du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône.....	16
EN SAVOIR PLUS sur les balises	17
FOCUS : PROPHYLAXIE PAR L'IODE	18
LIMITES, PROBLEMES ET INCERTITUDES	18
ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau de balises de la CRIIRAD	22
LABORATOIRE CRIIRAD	24

	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - Fonction	J. Motte (responsable du service balises)	J. Syren (responsable du service radon)
Date	04/07/2023	04/07/2023
Signature		

SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

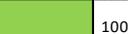
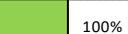
I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Premier trimestre 2023

Aucune anomalie radiologique n'a été mise en évidence au cours du premier trimestre 2023.

BALISE DETECTION	Pérourges	Péage-de-Roussillon	Romans-sur-Isère	Valence	Montélimar	Saint-Marcel d'Ardèche
Alpha/Bêta (Air)		 97,3%	 99,8%	 99%	 100%	
Iode (Air)			 99,8%	 99%	 100%	
Gamma (Air)	 100%			 99%		 98,7%

Légende

	90 %	Aucune contamination détectée / Taux de fonctionnement*
	90 %	Contamination détectée / Taux de fonctionnement*
		Problème technique ponctuel ou maintenance

BALISE DETECTION	Genève	Grenoble	Meyzieu	Givors	Avignon Air	Avignon Eau
Alpha/Bêta (Air)					 100%	
Iode (Air)					 100%	
Gamma (Air)						
Spectrométrie Gamma (Air)	 91%	 100,0%	 100%	 100%		
Gamma (Eau)						 82,5%

Légende

	90 %	Aucune contamination détectée / Taux de fonctionnement*
	90 %	Contamination détectée / Taux de fonctionnement*
		Problème technique ponctuel ou maintenance

* Le taux de fonctionnement trimestriel calculé pour chaque dispositif de mesure correspond au rapport du nombre d'heures de fonctionnement de ce dispositif par le nombre total d'heures écoulées durant le trimestre (si le nombre d'heures de dysfonctionnement ou d'arrêt est inférieur à 2 heures pour la totalité du trimestre, le taux de fonctionnement est pris égal à 100%).

II/ A signaler au cours du trimestre

- **Sonde de spectrométrie gamma de Givors** : une seconde station de mesure, gérée par la CRIIRAD, a été implantée le 20 décembre 2022 sur le territoire du Grand Lyon, à Givors après celle de Meyzieu en juillet 2022. Ce dispositif, qui mesure le débit de dose gamma ambiant de l'air, est équipé d'un spectromètre embarqué permettant l'acquisition de spectres gamma pour chaque mesure (même technologie que les stations de Genève, Grenoble et Meyzieu). En cas d'augmentation du niveau de radiation dépassant d'un facteur 2 le niveau naturel moyen, l'équipe d'astreinte du laboratoire de la CRIIRAD en est informée automatiquement. L'examen à distance des spectres gamma permet alors de déterminer s'il s'agit d'un phénomène naturel ou d'une situation nécessitant le lancement d'une alerte. L'acquisition et l'installation

de ce nouveau matériel ont été financées par la Métropole du Grand Lyon. L'exploitation du dispositif est également assurée par la Métropole.

- **Maintenance des balises (hors sondes de spectrométrie gamma)** : l'intervention (effectuée par la société Berthold à une fréquence annuelle) a eu lieu fin mars. Elle a été effectuée sur toutes les balises du réseau CRIIRAD à l'exception des sondes de spectrométrie gamma¹ entre les 21 et 31 mars. Le technicien Berthold a été assisté d'un technicien du laboratoire CRIIRAD au cours de cette maintenance. Diverses opérations ont été réalisées au cours de la maintenance :

- pour les balises atmosphériques : un contrôle complet des éléments mécaniques et électriques de la balise, la calibration des détecteurs, le démontage et le nettoyage des éléments sujets à l'empoussièrement du fait du fonctionnement des pompes, le changement des palettes de la pompe 5 m³/h, le remplacement de voyants de fonctionnement défectueux,...

- pour les sondes gamma : la vérification de l'étalonnage de la sonde ainsi que le paramétrage de l'électronique associée ;

- pour la balise aquatique d'Avignon : la vérification du réglage de la haute tension et de l'efficacité du détecteur ainsi que le fonctionnement des composants électriques et électroniques de la balise. Le technicien CRIIRAD a procédé au nettoyage de la cuve de comptage et à la vérification du fonctionnement des différents composants de la balise (système de nettoyage automatique de la cuve, préleveur automatique de l'eau dans la cuve en cas d'alarme,...).

Des actions spécifiques ont été menées :

- sur la balise de Montélimar avec le remplacement d'un raccord pneumatique cassé au niveau de l'unité de détection des iodes radioactifs.

- sur la balise atmosphérique d'Avignon avec le remplacement d'un compteur horaire de pompe défectueux. Le technicien a également constaté sur les balises de Montélimar et de Péage-de-Roussillon que le mylar² du détecteur aérosols situé en regard du filtre était légèrement abîmé, pouvant à terme se déchirer et ainsi affecter la qualité des mesures par le détecteur. Le remplacement du mylar pour ces 2 balises a été effectué au cours de la maintenance Berthold le 22 mars (Péage-de-Roussillon) et le 23 mars (Montélimar).

- **Dysfonctionnement de la balise aquatique d'Avignon (fuite de lubrifiant)** : au cours de la maintenance de la balise du 29 mars 2023, une fuite de glycérine a été constatée au niveau de la pompe de prélèvement de l'eau du Rhône. Cet équipement a été immédiatement arrêté pour éviter tout dommage supplémentaire. La société³ en charge de la maintenance de la pompe a été contactée par le laboratoire de la CRIIRAD pour une demande de prise en charge de la réparation dans le cadre de la garantie, la maintenance précédente ayant eu lieu seulement 5 mois auparavant (en octobre 2022). La société a proposé de prendre à sa charge le transport et sa réparation, à l'exception du coût d'un consommable, que la Ville d'Avignon, propriétaire de la pompe, a accepté de financer. Le démontage de la pompe sur site pour son transport a été effectué le 23 mai par le laboratoire de la CRIIRAD. A la date de rédaction de ce rapport, 26 mai, la pompe est en atelier chez le prestataire pour réparation.

¹ La maintenance de ce matériel est effectuée par le fabricant (société Bertin). Ce dernier préconise une fréquence de vérification de la sonde de spectrométrie gamma portée à 3 ans, ou a minima à 5 ans.

² Il s'agit d'un film polyester placé sur le détecteur en regard du filtre, qui permet de discriminer les rayonnements alpha et bêta, en arrêtant les premiers et en laissant passer les seconds. L'altération de ce film peut affecter cette discrimination et entraîner des mesures erronées.

³ Le prestataire chargé de la maintenance de la pompe est différent de celui qui a vérifié le fonctionnement de la balise le 29 mars.

- **Rupture du filtre aérosols (balise de Romans-sur-Isère)** : suite à l'apparition d'un message d'erreur concernant l'état du filtre constatée par le personnel chargé de vérifier le chargement des données sur la centrale de gestion, le technicien CRIIRAD est intervenu de façon spécifique à la balise le **15 février**. Le technicien a constaté lors de cette intervention une rupture du filtre, dont le prélèvement mensuel avait eu lieu 2 jours auparavant, le 13 février. La remise en place du filtre a permis de résoudre le dysfonctionnement.

- **Arrêts de l'alimentation électrique aux balises** : au cours du trimestre, des arrêts de l'alimentation électrique se sont produits à la balise de Romans (à deux reprises les 2 et 15 février), à la balise de Valence (à 10 reprises les 3 et 24 janvier, les 14, 27 et 28 février ainsi que les 1^{er}, 13, 15, 18 et 28 mars), à la balise aquatique d'Avignon (à trois reprises le 23 janvier, le 10 février ainsi que le 23 mars) et à la balise de Saint-Marcel d'Ardèche (à six reprises les 3, 13 et 16 janvier, le 18 février ainsi que les 16 et 20 mars). Le rétablissement de l'alimentation électrique ayant été automatique dans chacun des cas précisés ci-dessus, aucun déplacement de technicien sur site n'a été nécessaire.

L'alimentation électrique du local de la balise de Péage de Roussillon a été perturbée par des coupures intempestives entre le 30 mars et le 3 avril. Le laboratoire de la CRIIRAD a prévenu les services techniques de la Ville, qui ont pu détecter l'origine des coupures, liées à un autre équipement défectueux dans le local. Aucune mesure n'a été enregistrée par la balise pendant cette période de perturbations électriques, la balise ayant été mise en sécurité dès le 31 mars, lors d'une intervention du technicien CRIIRAD.

- **Absence de communication à la balise aquatique d'Avignon** : un arrêt de communication est survenu entre la balise aquatique d'Avignon et la centrale de gestion le 10 février. Lors de son intervention immédiate, le technicien du laboratoire CRIIRAD a constaté que le dysfonctionnement provenait de la ligne téléphonique. Le laboratoire de la CRIIRAD a demandé aux services de la Ville d'Avignon, propriétaire de la ligne, une intervention de l'opérateur téléphonique. Le technicien envoyé par l'opérateur n'a cependant pas constaté de dysfonctionnement au niveau de la ligne lors de son intervention. Le laboratoire de la CRIIRAD est alors intervenu de nouveau le 23 février pour approfondir le diagnostic en testant l'un après l'autre les différents composants de la chaîne de communication de la balise. Résultat, le premier diagnostic fait par la CRIIRAD a été confirmé : aucun défaut n'a été mis en évidence au niveau du matériel. En revanche, les tests de la ligne téléphonique ont révélé une mauvaise qualité du signal, ne permettant pas le transfert de données entre la balise et la centrale de gestion. Par conséquent, le laboratoire de la CRIIRAD a demandé à la Ville de faire intervenir une nouvelle fois l'opérateur. L'intervention de ce dernier a permis cette fois de localiser un défaut sur un répartiteur situé en amont du local de la balise. Des travaux spécifiques, effectués le 28 février sur ce répartiteur, ont permis de résoudre le dysfonctionnement et de rétablir la communication avec le dispositif de mesure. Il n'a cependant pas été possible de récupérer les données mesurées entre le 10 février et le 23 février, la mémoire tampon de la balise étant seulement de 5 jours.

- **Absence de communication avec la sonde de spectrométrie gamma de Genève** : le laboratoire de la CRIIRAD a constaté dès le 23 mars une interruption du chargement des données entre la sonde et la centrale de gestion située dans les locaux de la CRIIRAD. Le laboratoire a demandé aux services techniques de la Ville de réinitialiser électriquement la sonde. Cette opération, effectuée à 2 reprises par le personnel technique les 27 et 28 mars, n'a pas permis de rétablir la communication. Le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu sur site le 6 avril et a procédé à des tests complémentaires sur le matériel qui ne se sont pas révélés concluants. La sonde a été démontée lors de l'intervention pour expertise dans les locaux de la CRIIRAD. Cette expertise, en liaison avec le constructeur, a permis de statuer sur le dysfonctionnement, qui provient de la carte SIM

installée dans le modem 3G, pour la transmission des données, et plus précisément d'un problème lié au réseau de l'opérateur de téléphonie mobile. A la date de rédaction de ce rapport, le dysfonctionnement est en cours de résolution : la Ville, basculant progressivement l'ensemble de sa flotte de téléphonie mobile auprès d'un autre opérateur, prévoit de fournir une nouvelle carte SIM à la CRIIRAD.

- **Dysfonctionnement électronique à la balise de Péage-de-Roussillon** : l'opérateur en charge de la vérification des données a constaté le 23 mars une absence de chargement de nouvelles valeurs à la centrale de gestion située dans les locaux de la CRIIRAD. Cette anomalie était liée à un dysfonctionnement de l'électronique de la balise. Une réinitialisation du paramétrage à distance de cette carte a permis de résoudre le dysfonctionnement.

- **Fonctionnement de la balise de Péage de Roussillon** : le Département de l'Isère a décidé en 2018 de ne plus contribuer au financement du réseau de balises, ce qui a entraîné une diminution du budget de fonctionnement de la balise de Péage de Roussillon. Ceci a conduit la CRIIRAD à alléger le dispositif de surveillance de la balise à partir de début 2019. L'unité de détection de l'iode radioactif sous forme gazeuse a été arrêtée⁴ pour les 2 balises et les analyses mensuelles en différé du filtre à aérosols au laboratoire de la CRIIRAD l'ont été également au cours du premier trimestre. Les filtres sont tout de même conservés au laboratoire de la CRIIRAD et pourraient être analysés ultérieurement si nécessaire⁵. La contribution de la communauté de communes Entre Bièvre et Rhône ainsi que le recours aux fonds propres de la CRIIRAD permettent de poursuivre la surveillance en continu de la radioactivité des aérosols (unité de détection Alpha/bêta (air)) pour la balise. Le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu **le 7 février** pour remplacer le filtre aérosols de la balise et **le 22 mars** lors de la maintenance Berthold.

- **Fonctionnement de la balise de Saint-Marcel d'Ardèche** : suite au désengagement du Département de l'Ardèche en 2018, la CRIIRAD a adapté la surveillance de la balise sur le modèle de la balise du Péage-de-Roussillon présenté dans le paragraphe précédent. Fin 2022, la communauté de communes DRAGA Du Rhône à l'Ardèche, qui participait également au financement du fonctionnement, a décidé de se désengager du partenariat qu'elle avait mis en place avec la CRIIRAD depuis 2013. Ceci a conduit la CRIIRAD à alléger davantage le dispositif de surveillance à partir de 2023. Après avoir arrêté en 2019 l'unité de détection de l'iode radioactif sous forme gazeuse, le laboratoire de la CRIIRAD a mis à l'arrêt le 2 janvier 2023 l'unité de détection de la radioactivité dans les aérosols, ne laissant fonctionner que la sonde de mesure en continu du niveau du rayonnement gamma ambiant⁶. Le recours aux fonds propres de la CRIIRAD permet de poursuivre cette surveillance. A noter que le laboratoire de la CRIIRAD est également intervenu **le 16 janvier** pour un problème de communication entre la balise et la centrale de gestion (au cours de l'intervention, l'onduleur du modem défectueux a été remplacé) et **le 23 mars** lors de la maintenance Berthold.

⁴ L'arrêt de cette surveillance permet des économies importantes car il n'est plus nécessaire d'intervenir chaque semaine pour remplacer la cartouche à charbon actif. Mais en conséquence, la CRIIRAD ne sera plus en capacité de déterminer l'activité volumique de l'iode 131 gazeux. La fonction d'alerte reste activée en cas d'augmentation de l'activité des aérosols émetteurs bêta et alpha, mais elle est dégradée par rapport au fonctionnement antérieur.

⁵ Les filtres seront analysés systématiquement en cas d'alarme sur les mesures directes.

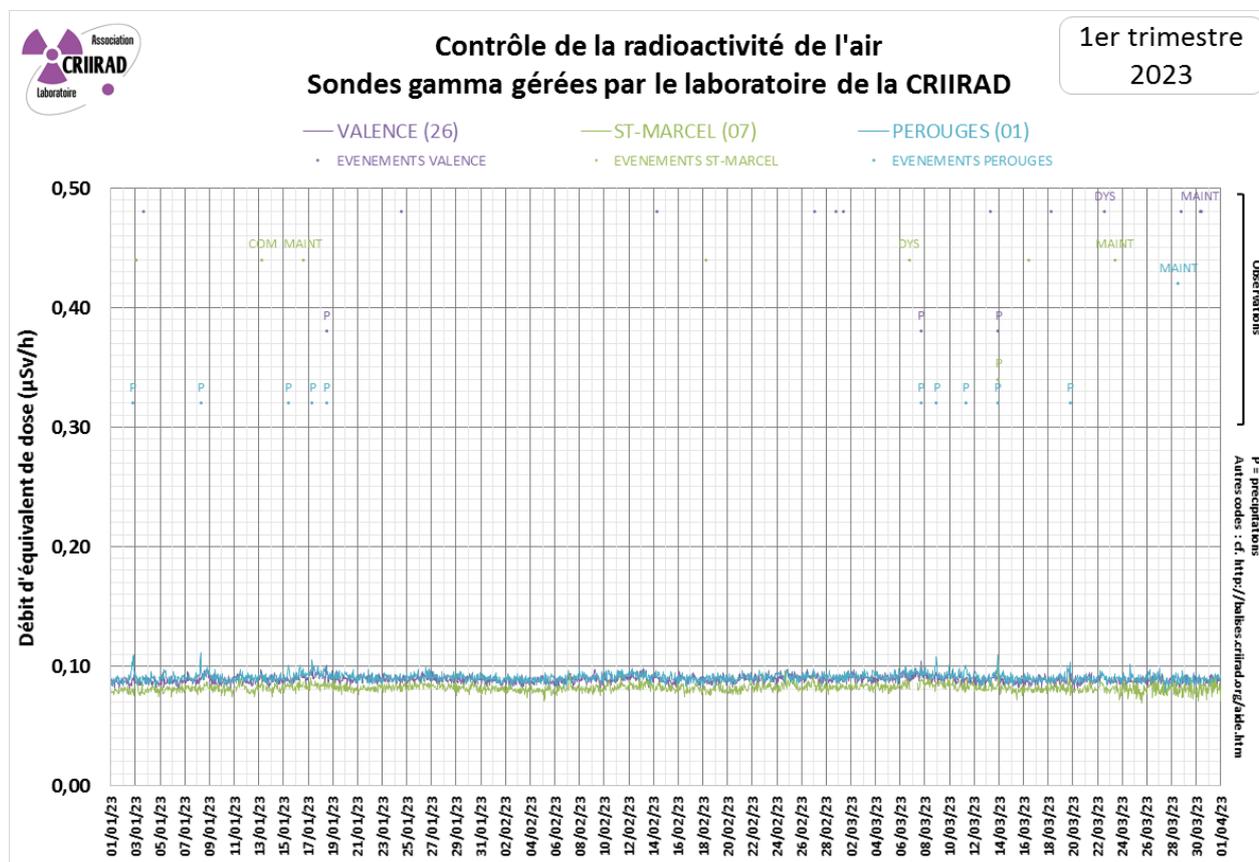
⁶ L'arrêt de cette surveillance permet des économies substantielles car il n'est plus nécessaire d'intervenir à la balise pour le remplacement de la cartouche à charbon actif et du filtre aérosols. Une intervention annuelle (hors dysfonctionnement ponctuel) est a priori suffisante pour vérifier le bon fonctionnement de la sonde gamma avec le technicien prestataire. La fonction d'alerte reste activée en cas d'augmentation du taux de radiation gamma ambiant par rapport au fonctionnement antérieur.

RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

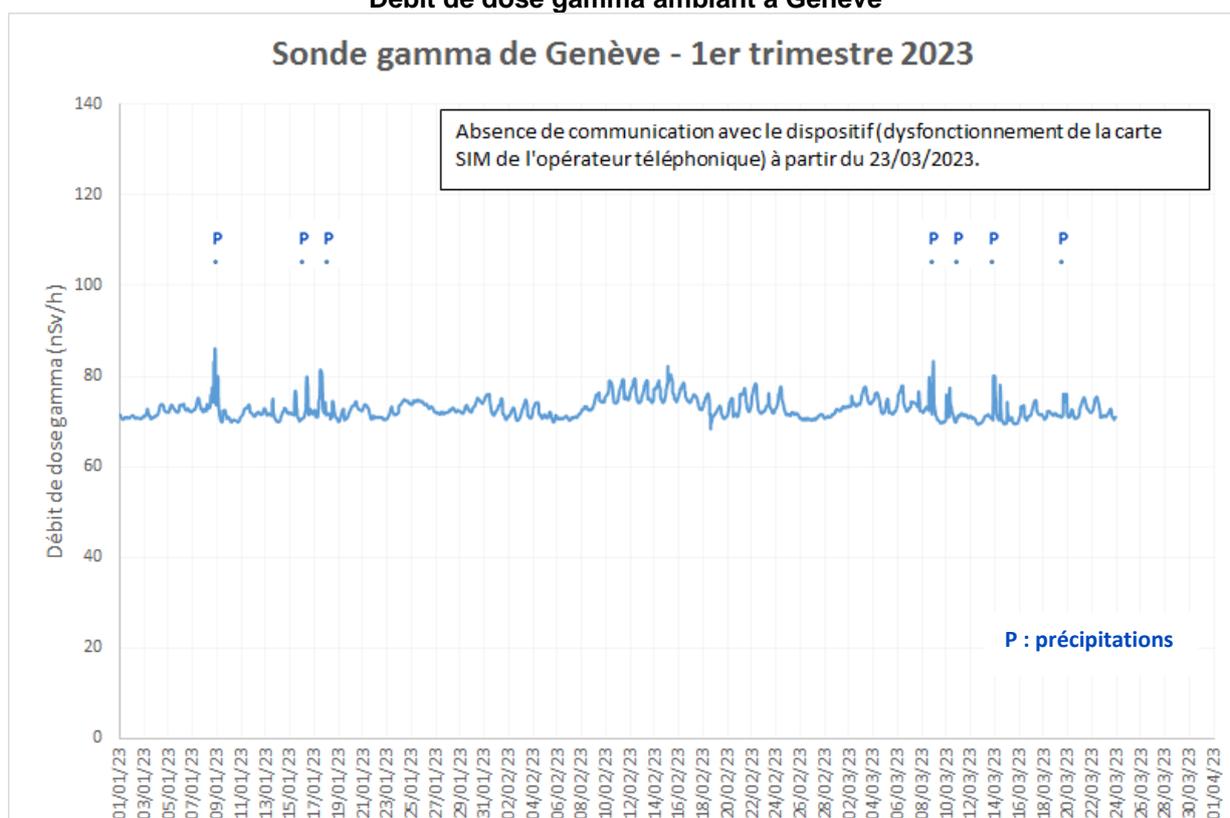
Les codes employés dans les graphiques ci-après sont explicités en annexe.

I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambiant

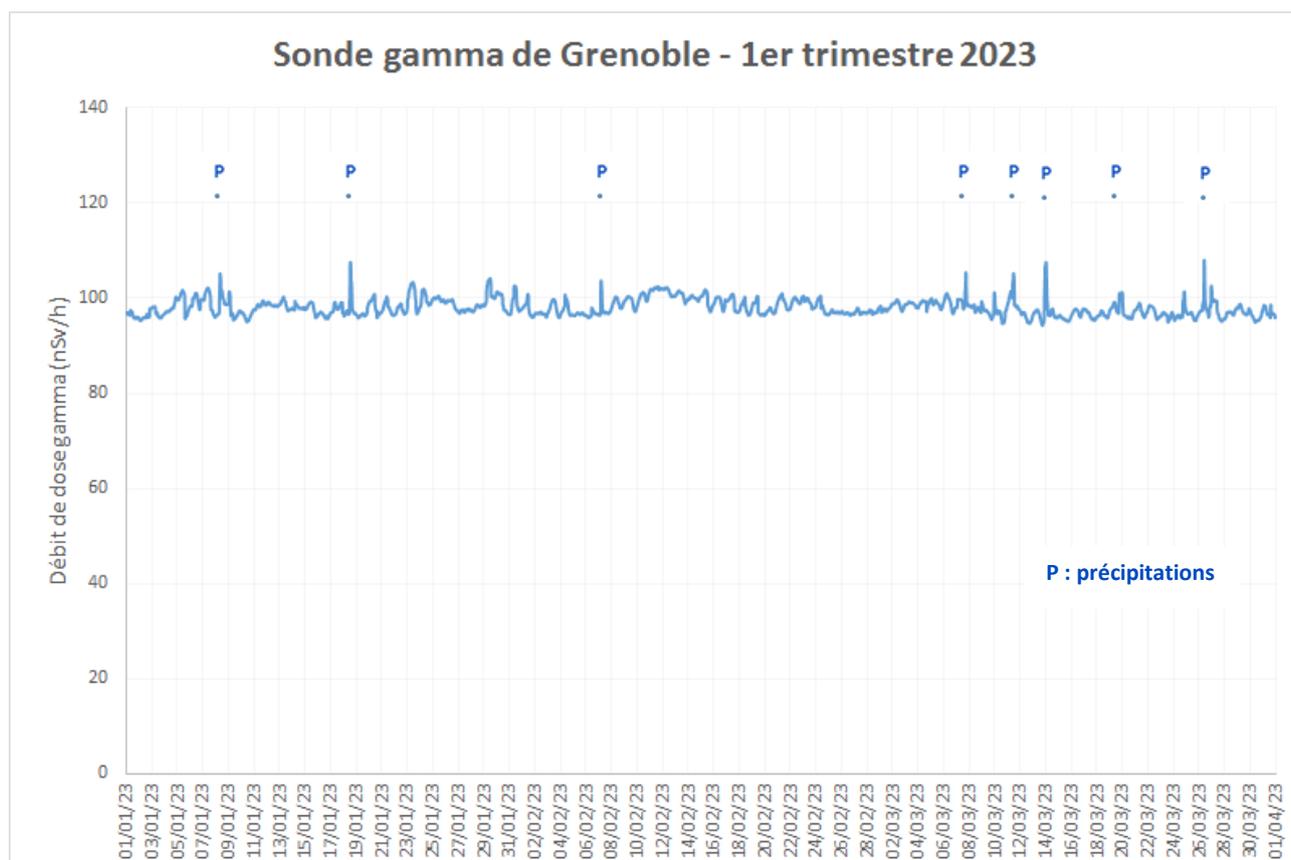
Débit de dose gamma à Valence, Saint-Marcel d'Ardèche, Pérouges



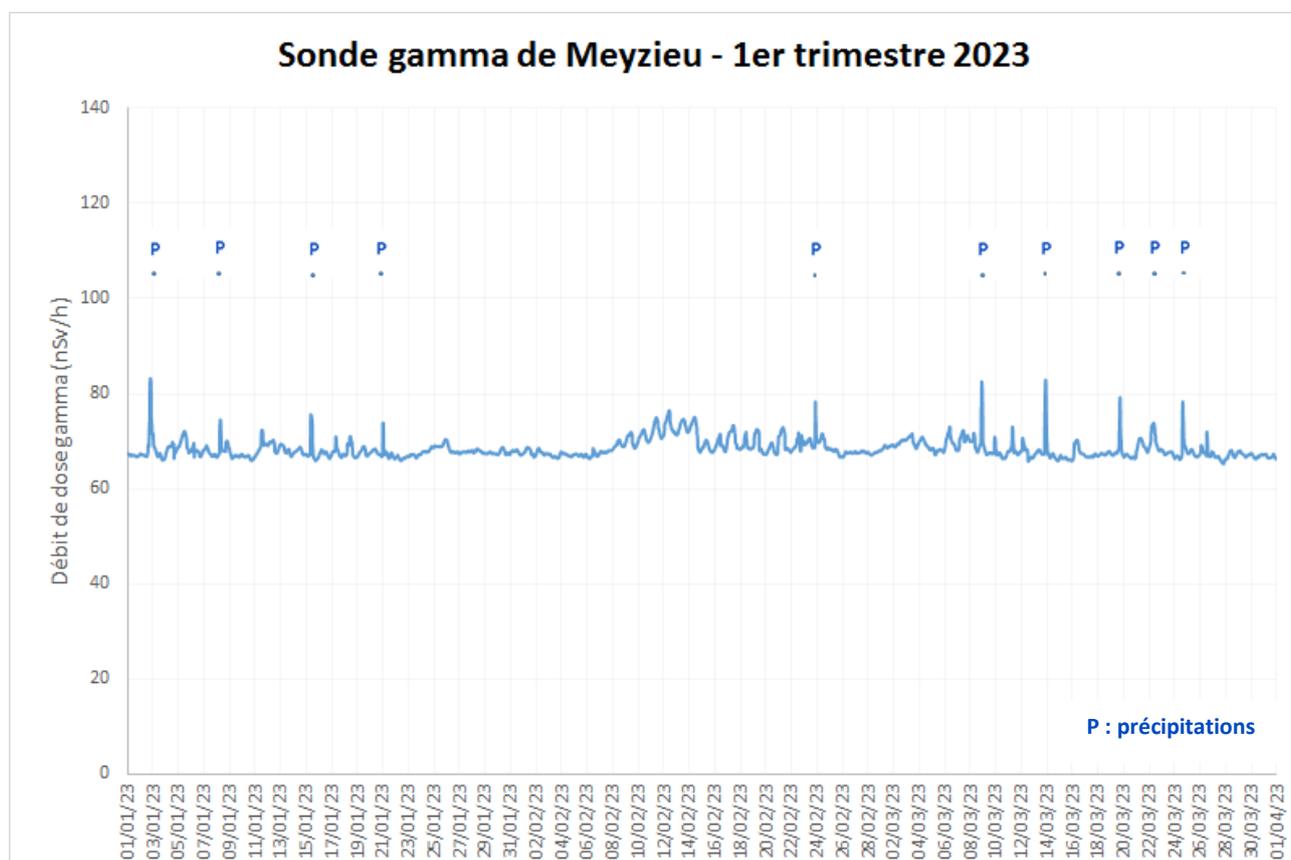
Débit de dose gamma ambiant à Genève



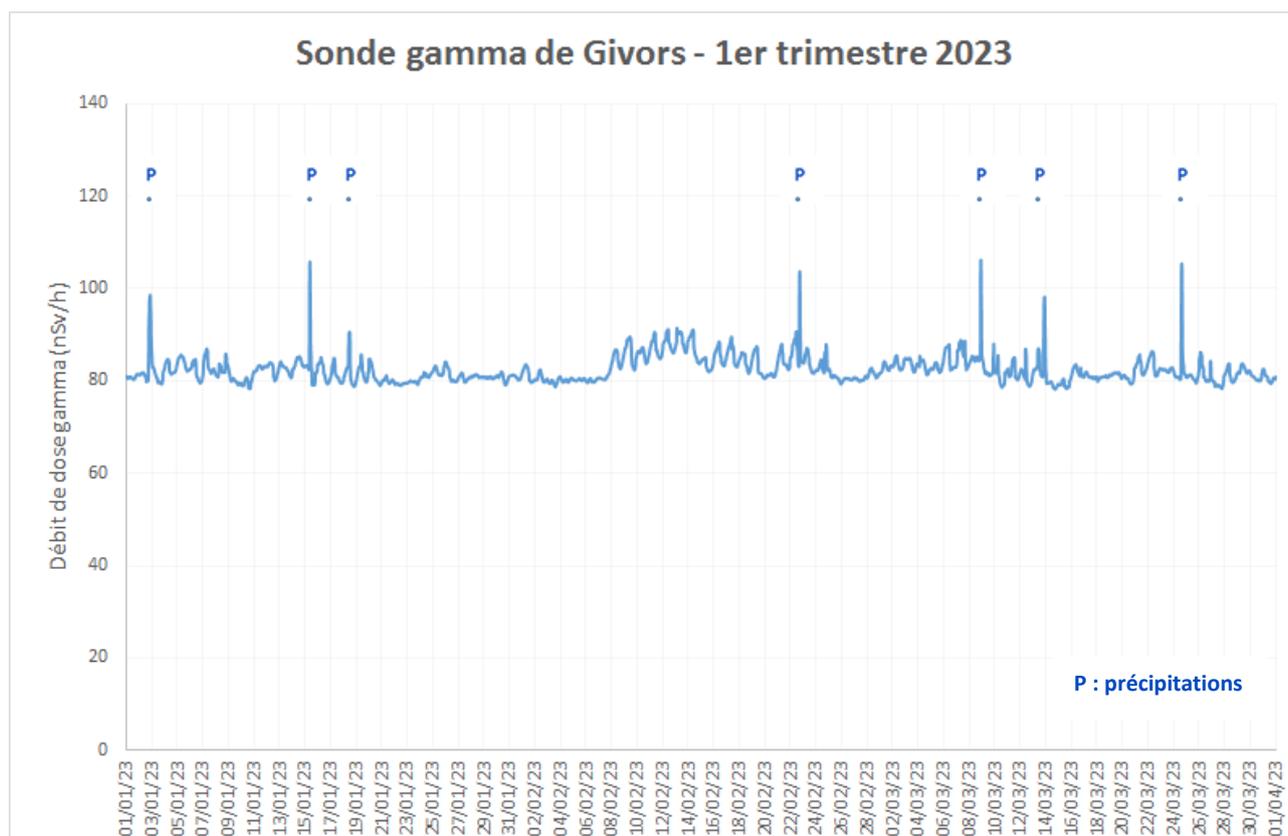
Débit de dose gamma ambient à Grenoble



Débit de dose gamma ambient à Meyzieu



Débit de dose gamma ambient à Givors



Commentaires

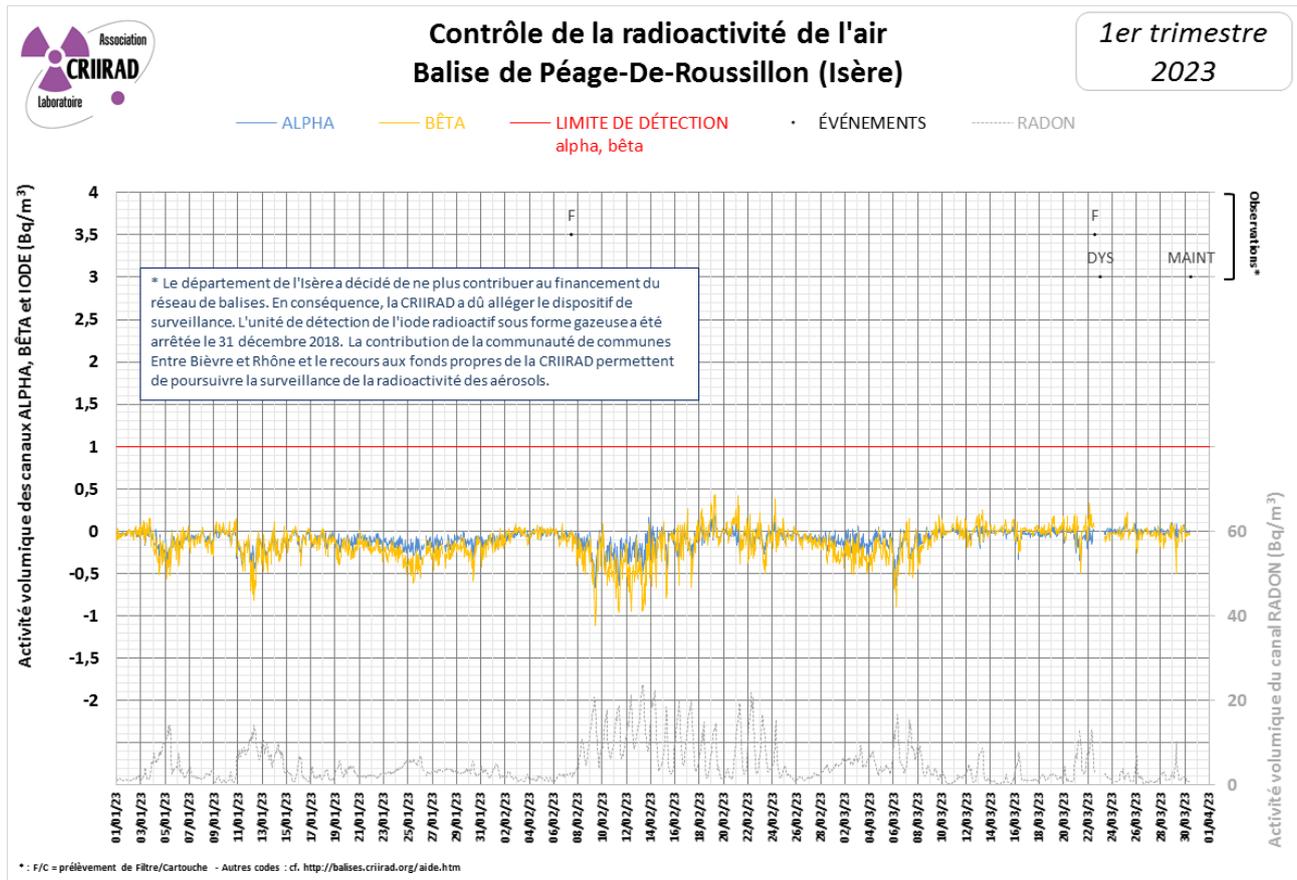
Les débits de dose instantanés sont restés dans une gamme de variation normale pour les 4 sondes de mesure. Sur les secteurs de **Valence, Saint-Marcel d'Ardèche, Pérouges, Genève, Grenoble, Meyzieu et Givors**, le bruit de fond naturel moyen est classiquement de **0,065 à 0,111 $\mu\text{Sv/h}$** (ou de **65 à 111 nSv/h**).

Les fluctuations les plus importantes ont été observées lors d'épisodes de précipitations. Les plus notables sont survenues le 2 janvier (notamment 0,083 $\mu\text{Sv/h}$ ou 83 nSv/h à Meyzieu), le 8 janvier (notamment 0,086 $\mu\text{Sv/h}$ ou 86 nSv/h à Genève et 0,111 $\mu\text{Sv/h}$ ou 111 nSv/h à Pérouges), le 8 mars (notamment 0,106 $\mu\text{Sv/h}$ ou 106 nSv/h à Givors), le 13 mars (notamment 0,106 $\mu\text{Sv/h}$ ou 106 nSv/h à Valence et à Saint-Marcel d'Ardèche) ainsi que le 14 mars (notamment 0,108 $\mu\text{Sv/h}$ ou 108 nSv/h à Grenoble). Lors de ces épisodes, les descendants radioactifs émetteurs gamma⁷ du radon 222 naturellement présents dans l'air sont lessivés et rabattus au sol, ce qui entraîne une augmentation de courte durée du débit de dose.

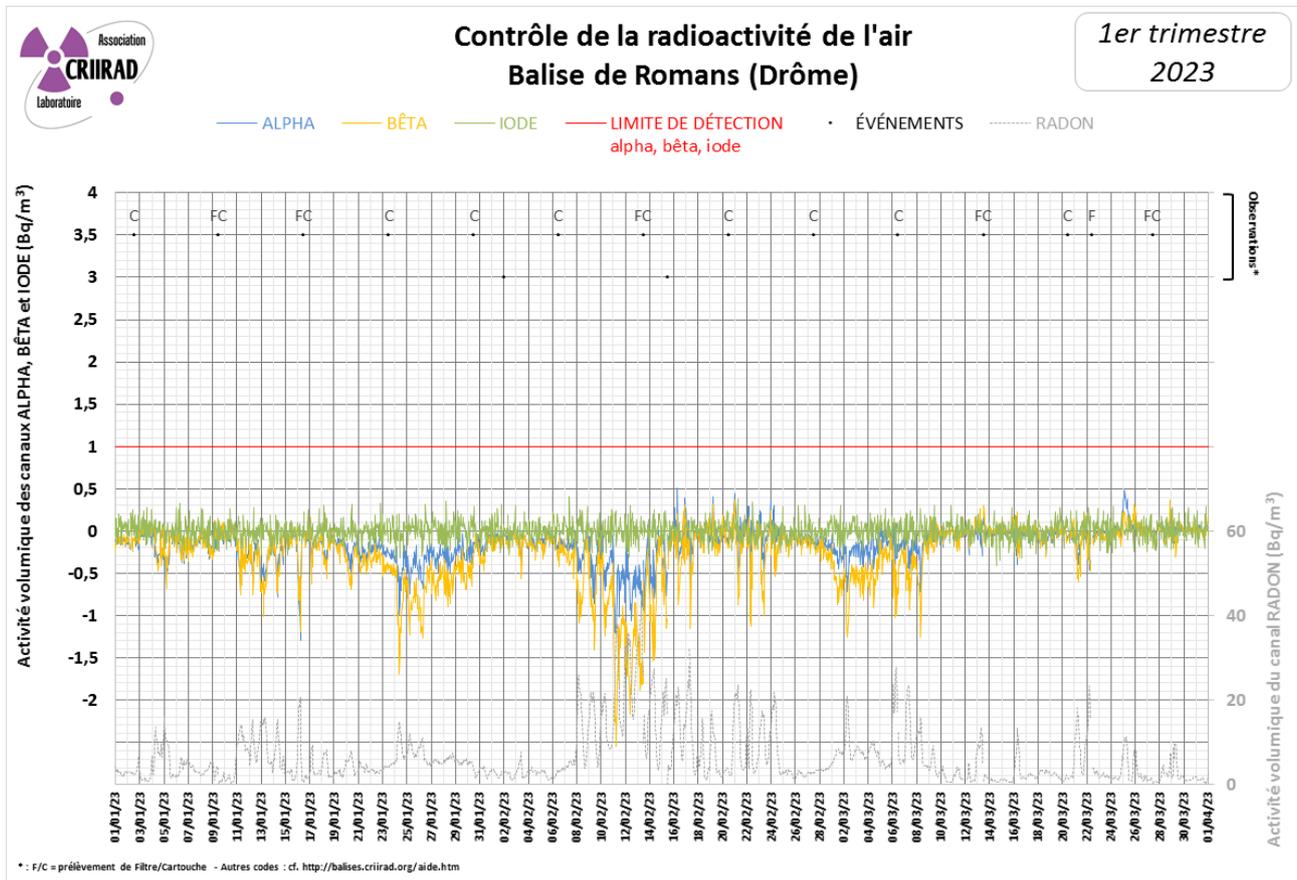
⁷ Plomb 214 et Bismuth 214 de périodes physiques égales respectivement à 27 minutes et à 20 minutes.

II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

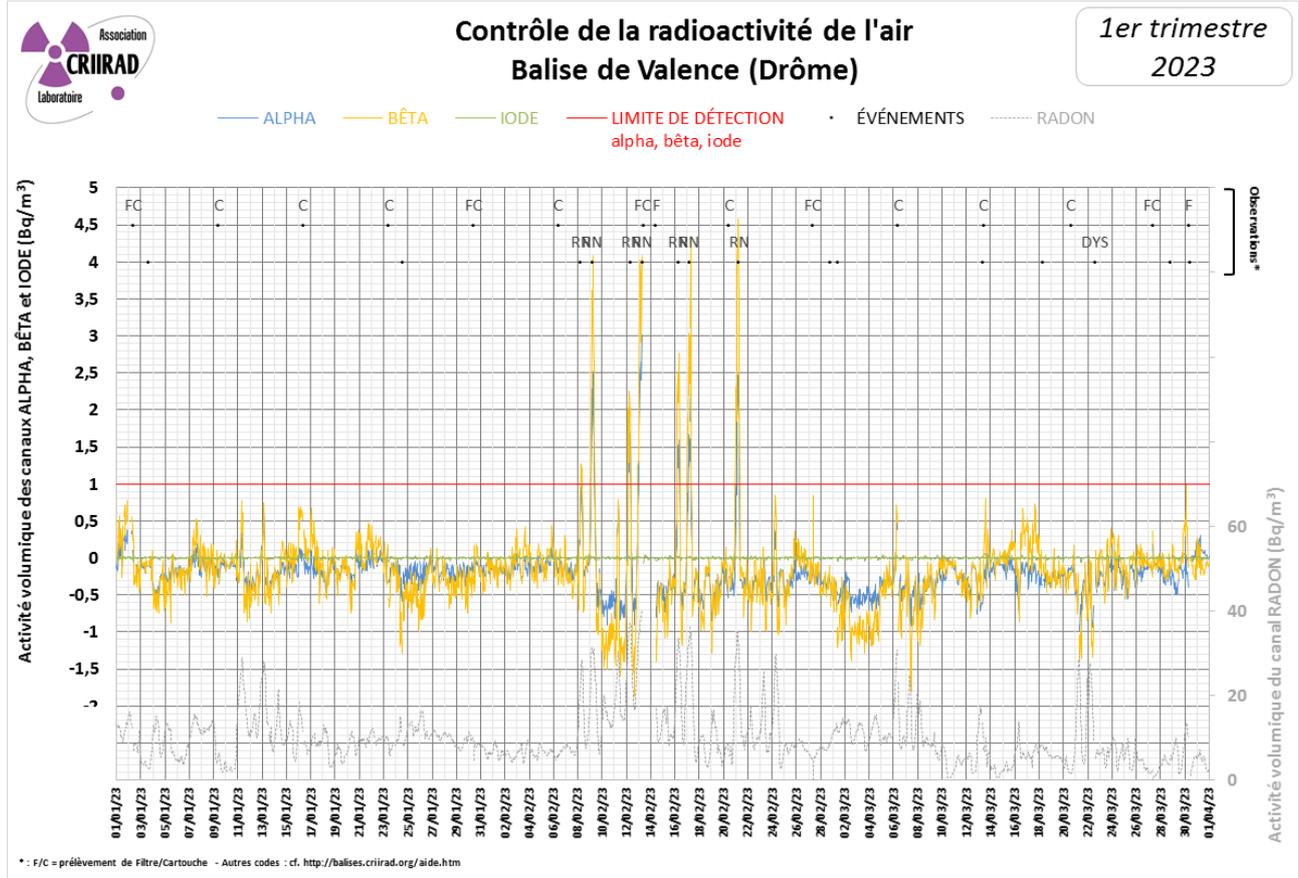
A/ Balise de Péage de Roussillon



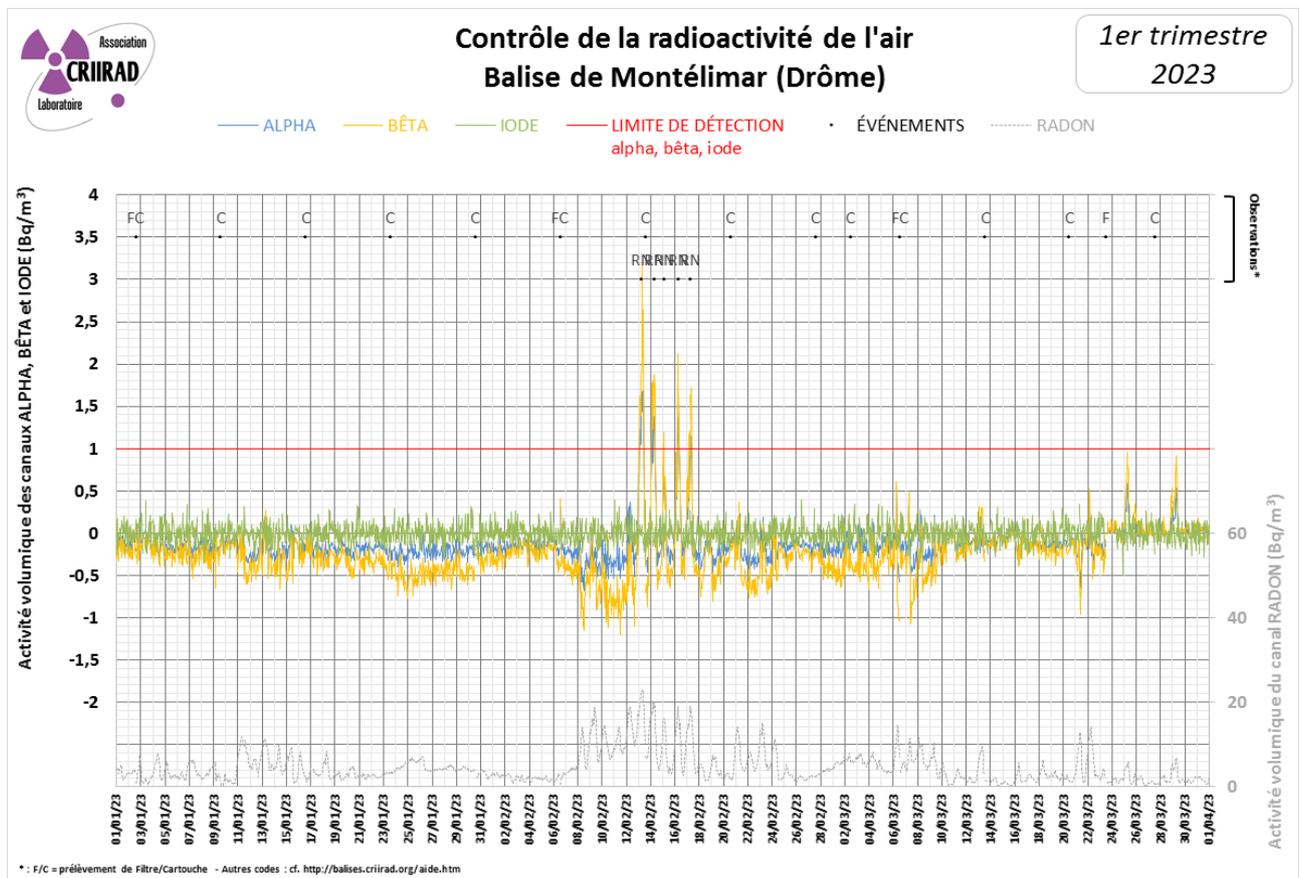
B/ Balise de Romans-sur-Isère

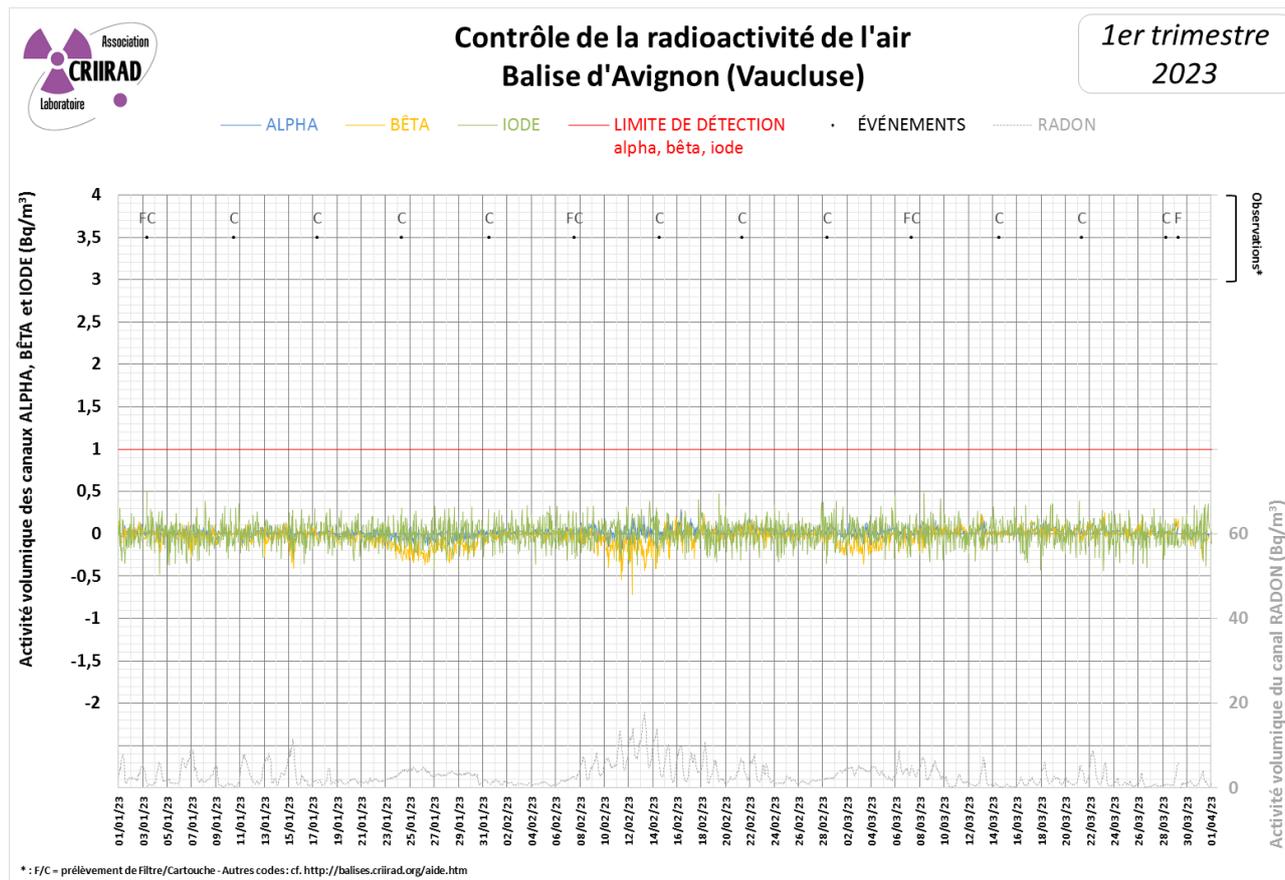


C/ Balise de Valence



D/ Balise de Montélimar





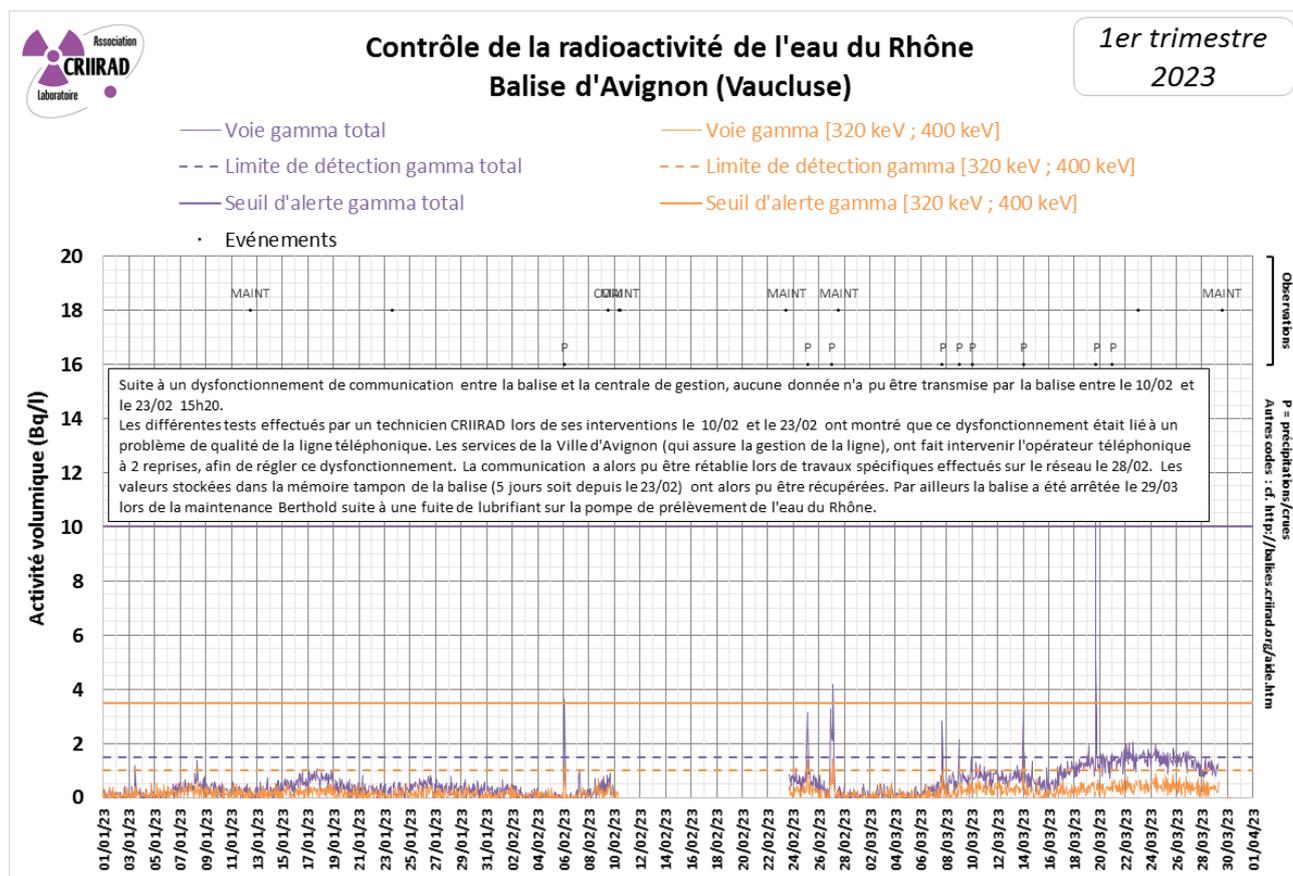
Commentaires

Aucune anomalie radiologique n'a été enregistrée par les balises de surveillance de la radioactivité atmosphérique.

A noter que la limite de détection (1 Bq/m³) a été dépassée à plusieurs reprises (voir graphiques en page 9) au cours du trimestre sur les voies alpha et/ou bêta direct des balises atmosphériques de **Valence** (les 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17 et 21 février) et de **Montélimar** (les 13, 14, 15, 16 et 17 février). Le laboratoire de la CRIIRAD a pu vérifier que ces dépassements n'étaient pas liés à une contamination, mais à des pics d'activité volumique en radon⁸ (le 13 février, des activités volumiques maximales en radon de 42 Bq/m³ et de 23 Bq/m³ ont été mesurées respectivement à la balise de Valence et à la balise de Montélimar).

⁸ Il faut savoir que les voies alpha, bêta direct et radon sont mesurées par un seul détecteur. Un paramétrage fin permet de discriminer les impulsions mesurées par ce détecteur et de les imputer aux différentes voies : alpha artificiel, bêta artificiel direct, radon (naturel). Ce paramétrage est réglé de manière optimale pour de faibles concentrations en radon (généralement les concentrations mesurées sont inférieures à 10 Bq/m³). Mais lors des pics de radon, il peut arriver que la discrimination ne s'effectue plus de manière correcte. La CRIIRAD intervient régulièrement pour optimiser le réglage mais il est difficile d'anticiper les conditions météorologiques à l'origine des fluctuations des concentrations en radon.

III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône



Commentaires

Le graphique présente l'activité volumique (Bq/l), de l'eau du Rhône passant dans la cuve de la balise : pour la voie « gamma total » (de 100 à 2 000 keV) et la région « 320-400 keV » centrée autour de l'énergie gamma de l'iode 131 (364,5 keV). Cette région inclut également l'énergie gamma du plomb 214 (352 keV) descendant du radon 222 naturel, d'où les interférences possibles.

Des dépassements de la limite de détection ont été observés de façon ponctuelle⁹ sur les 2 voies de mesure au cours du trimestre (ces limites de détection sont fixées à 1,5 Bq/l sur la voie gamma total et 1 Bq/l sur la voie de mesure gamma centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV]). Des dépassements quasi-continus ont été observés sur la voie gamma total entre les 19 et 26 mars.

Le seuil d'alerte (10 Bq/l pour la voie gamma total et 3,5 Bq/l pour la voie centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV]) a été dépassé à une reprise le 19 mars sur les 2 voies de mesure (activités maximales : 10,9 Bq/l sur la voie gamma total et 3,5 Bq/l sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV] le 19 mars). Ce dépassement a provoqué un déclenchement de l'alarme d'astreinte. Les techniciens ont pu vérifier l'origine naturelle du phénomène (suite à de fortes pluies) : le ratio des activités volumiques « Gamma Total / Gamma [320keV ; 400keV] » a été de 3,1 dans la fourchette de 3 à 4,5 caractéristique d'épisodes orageux. L'expérience montre que ce ratio est en effet compris entre 3 et 4,5 lors d'un épisode orageux (dépassement ponctuel), et entre 4,5 et 6,3 lors d'un épisode de type crue (dépassement progressif). Ceci est lié à la désintégration des descendants émetteurs gamma du radon. Un épisode de type « crue » s'est vérifié également sur la période du 19 au 26 mars avec des dépassements quasi-continus sur la voie gamma total.

⁹ Les 6, 25, 26 et 27 février, les 14 et 19 mars pour les 2 voies de mesure et les 7, 9 et 13 mars pour la voie gamma total.

Durant cet épisode, le débit et la charge du Rhône étaient particulièrement élevés suite à l'épisode pluvieux du 19 mars (épisode qui a entraîné l'alerte) combiné à une fonte conséquente de la neige en montagne.

A noter l'intervention du laboratoire de la CRIIRAD le 12 janvier pour vérifier le fonctionnement de la balise et de la pompe péristaltique, les 10 et 23 février pour des problèmes de communication avec la balise ainsi que le 29 mars pour assister le prestataire lors de la maintenance (hors pompe).

Par ailleurs, aucune donnée n'a été mesurée par la balise :

- entre le 10 et le 23 février suite à l'absence de communication entre la balise et la centrale de gestion, en raison d'un problème de ligne téléphonique.

- entre les 29 et 31 mars en raison de l'arrêt de la pompe de prélèvement de l'eau du Rhône par le technicien CRIIRAD suite à une fuite de lubrifiant détectée au niveau du corps de pompe.

Pour les détails techniques, voir synthèse en page 4 (ou dans l'encadré du graphe page précédente).

RESULTATS DES CONTROLES EN DIFFERE AU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

I/ Résultats des analyses de filtres par spectrométrie gamma

Media filtrant	Station	Air échantillonné		Date de prélèvement	Date d'analyse	Césium 137 (microBq/m ³)	Césium 134 (microBq/m ³)	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m ³)
		du	au					
Filtre à aérosols (piégeage des poussières atmosphériques)	Romans	12/12/22 11:27	09/01/23 11:18	09/01/2023	10/01/23	< 10,0	< 13,0	< LD
	Romans	09/01/23 11:28	13/02/23 11:02	13/02/2023	14/02/23	< 8,0	< 10,0	< LD
	Romans	13/02/23 11:20	13/03/23 11:27	13/03/2023	14/03/23	< 10,0	< 14,0	< LD
	Valence	26/12/23 08:44	30/01/23 09:11	30/01/2023	30/01/23	< 8,0	< 12,0	< LD
	Valence	30/01/23 09:18	27/02/23 08:16	27/02/2023	27/02/23	< 10,0	< 10,0	< LD
	Valence	27/02/23 08:29	27/03/23 08:03	27/03/2023	27/03/23	< 10,0	< 15,0	< LD
	Montélimar	05/12/22 14:10	02/01/23 14:41	02/01/2023	03/01/23	< 9,0	< 11,0	< LD
	Montélimar	02/01/23 14:47	06/02/23 13:02	06/02/2023	06/02/23	< 7,0	< 11,0	< LD
	Montélimar	06/02/23 13:08	06/03/23 12:45	06/03/2023	06/03/23	< 10,0	< 16,0	< LD
	Avignon	06/12/22 08:52	03/01/23 08:15	03/01/2023	09/01/23	< 10,0	< 14,0	< LD
	Avignon	03/01/23 08:22	07/02/23 14:05	07/02/2023	13/02/23	< 8,0	< 11,0	< LD
Avignon	07/02/23 14:17	07/03/23 08:03	07/03/2023	13/03/23	< 10,0	< 16,0	< LD	

Les résultats sont exprimés en microbecquerels par mètre cube d'air à la date de mesure.

(*) Parmi les autres radionucléides artificiels émetteurs gamma relevés (liste non exhaustive) figurent notamment le manganèse 54, le cobalt 60, le ruthénium-rhodium 106, l'iode 129, l'iode 131, l'américium 241,... les limites de détection typiques sont de l'ordre de 7 à 65 microbecquerels par mètre cube d'air.

Commentaires :

L'activité des radionucléides artificiels émetteurs gamma recherchés est restée inférieure aux limites de détection dans les analyses de filtres aérosols.

II/ Résultats des analyses de cartouches par spectrométrie gamma

Media filtrant	Station	Air échantillonné		Date de prélèvement	Date d'analyse	Iode 131 (microBq/m ³)	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m ³)
		du	au				
Cartouche de charbon actif (piégeage spécifique de la forme gazeuse de l'iode 131)	Romans	02/01/23 11:33	09/01/23 11:18	09/01/2023	11/01/23	< 120	< LD
	Romans	06/02/23 11:24	13/02/23 11:02	13/02/2023	14/02/23	< 110	< LD
	Romans	06/03/23 10:35	13/03/23 11:27	13/03/2023	14/03/23	< 100	< LD
	Valence	23/01/23 08:55	30/01/23 09:11	30/01/2023	30/01/23	< 140	< LD
	Valence	20/02/23 10:13	27/02/23 08:16	27/02/2023	27/02/23	< 120	< LD
	Valence	20/03/23 14:40	27/03/23 08:03	27/03/2023	28/03/23	< 130	< LD
	Montélimar	26/12/22 12:45	02/01/23 14:41	02/01/2023	03/01/23	< 140	< LD
	Montélimar	30/01/23 13:14	06/02/23 13:02	06/02/2023	07/02/23	< 110	< LD
	Montélimar	27/02/23 13:06	06/03/23 12:45	06/03/2023	07/03/23	< 100	< LD
	Avignon	28/02/23 09:06	07/03/23 08:03	07/03/2023	13/03/23	< 170	< LD

Les résultats sont exprimés en microbecquerels par mètre cube d'air à la date de mesure. Il convient de préciser que ces résultats représentent une activité moyenne calculée en supposant une contamination homogène sur la période d'exposition de la cartouche (généralement 6 ou 7 jours). En cas de contamination ponctuelle au cours de la période, il peut être nécessaire d'appliquer des facteurs correctifs.

(*) Parmi les autres radionucléides artificiels émetteurs gamma relevés (liste non exhaustive) figurent notamment le manganèse 54, le cobalt 60, le ruthénium 106, l'iode 129, le césium 134, le césium 137, l'américium 241,... les limites de détection typiques sont de l'ordre de 70 à 800 microbecquerels par mètre cube d'air.

Commentaires :

L'activité des radionucléides artificiels émetteurs gamma recherchés est restée inférieure aux limites de détection dans les analyses de cartouches.

III/ Résultats des analyses du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône

Les contrôles effectués en continu par la balise ont pour objet de lancer une alerte en cas de forte élévation de la radioactivité des eaux du Rhône pouvant résulter d'un accident grave. Mais ils ne permettent pas de déceler la présence de radionucléides imputables aux rejets autorisés des installations nucléaires en fonctionnement normal. Il faut pour cela procéder à des analyses beaucoup plus fines en laboratoire. Le budget disponible permet de réaliser deux contrôles ponctuels par trimestre : recherche des radionucléides émetteurs gamma et du tritium.

En situation courante, un échantillon d'eau du Rhône est prélevé une fois par trimestre par le service hygiène santé de la mairie d'Avignon en amont du Pont Saint-Bénézet sur l'ancien site de la capitainerie à Avignon et analysé par le laboratoire CRIIRAD. Ce type de contrôle peut également être réalisé sans délai en cas de détection de contamination par la balise, grâce au service d'astreinte permanent du service hygiène santé de la mairie d'Avignon et du laboratoire CRIIRAD. Un échantillon d'eau du Rhône a été prélevé à proximité du Pont Saint-Bénézet par un technicien de la Ville le 07/03/2023.

A/ Résultat de l'analyse par spectrométrie gamma

Eau du Rhône	Date de prélèvement	Date d'analyse	N° d'analyse	I 131 (Bq/l)	Cs 137 (Bq/l)	K 40 (Bq/l)
1er trimestre	07/03/23 08:00	31/03/23	32 116	< 0,60	< 0,09	< 5,3

Légende ± : indique la marge d'incertitude associée à la mesure.
< : signifie que le radionucléide n'a pas été détecté. Cela ne signifie pas qu'il est absent, mais la méthode de mesure permet de garantir à une forte probabilité que s'il était présent, son activité ne dépasserait pas la limite de détection.
Les résultats sont exprimés en becquerels par litre à la date de mesure.

Commentaires :

L'activité des radionucléides artificiels émetteurs gamma recherchés est restée inférieure aux limites de détection dans les analyses d'eau brute.

B/ Recherche du tritium

Trimestre	Date de prélèvement	Période de comptage		Activité en tritium Bq/l
		Début	Fin	
1er trimestre	07/03/2023 08:00	20/04/2023	24/04/2023	8,6 ± 1,5

Le tritium étant un radionucléide émetteur bêta pur, il est recherché au moyen d'un comptage par scintillation liquide sur eau brute (sans distillation).

Commentaires : Du tritium est détecté avec une activité de **8,6 Bq/l**.

L'activité mesurée est inférieure à la valeur paramétrique de 100 Bq/l fixée par le code de la santé publique comme référence de qualité pour les eaux potables mais elle est nettement supérieure au bruit de fond naturel.

Ce résultat indique un impact anthropique très probablement lié aux rejets des installations nucléaires situées le long de la Vallée du Rhône en amont d'Avignon.

Le tritium (isotope radioactif de l'hydrogène) représente en effet plus de 99,9 % des rejets radioactifs liquides effectués par les centrales électronucléaires. Les rejets annuels de tritium sont de plusieurs dizaines de TBq par centrale (1 TBq = mille milliards de Bq).

L'étude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD en 2007 a montré une contamination chronique des végétaux aquatiques du Rhône par le tritium organiquement lié. Voir <http://www.criirad.org/radioactivite-milieu-aquatique/eaux-de-surface/sommaire.html>.

Le tritium présent dans l'eau est transféré en partie à la faune et à la flore aquatique ainsi qu'au milieu terrestre, à la chaîne alimentaire (irrigation, boisson) et in fine à l'homme. Les rejets des installations nucléaires de la vallée du Rhône induisent ainsi une contamination chronique de l'environnement.

L'évaluation des conséquences biologiques de cette contamination fait l'objet de vives controverses dans la communauté scientifique.

EN SAVOIR PLUS SUR LES BALISES

Fonctionnement d'une balise atmosphérique, Fonctionnement d'une balise aquatique, consulter notre site internet à l'adresse : <http://balises.criirad.org/aide.htm>.

FOCUS : PROPHYLAXIE PAR L'IODE

LIMITES, PROBLEMES ET INCERTITUDES

*Rédaction : Corinne CASTANIER, CRIIRAD. Le contenu ci-dessous est extrait d'un document réalisé pour la Ville de Genève et destiné à tout public.

L'utilité de l'iode stable a longtemps été négligée dans les plans d'urgence français. La dangerosité de l'iode 131 était sous-estimée et les autorités appréhendaient les réactions de la population, distribuer des comprimés revenant à reconnaître la réalité du risque.

Cette période est révolue. A lire certains textes, l'iode stable serait même le remède miracle en cas d'accident. Il n'en est rien.

Une protection limitée

Les comprimés d'iodure de potassium ont un rôle précis : empêcher l'iode radioactif de se concentrer dans la glande thyroïde.



Pour évaluer l'impact sanitaire d'une contamination radioactive, il faut prendre en compte toutes les voies d'exposition (externe, interne par inhalation, par ingestion), tous les radionucléides et tous les organes.

L'iodure de potassium (KI) est sans effet contre l'irradiation externe : les rayonnements (surtout gamma) émis par les radionucléides (y compris les radio-isotopes de l'iode) concentrés dans les panaches radioactifs ou accumulés sur les sols vont provoquer une irradiation globale du corps (thyroïde incluse) contre laquelle les comprimés de KI ne peuvent rien. Le constat est le même pour la contamination externe : tous les produits de fission (iodes inclus) ou d'activation déposés sur la peau provoqueront son irradiation, avec ou sans iodure de potassium.

Il est également sans effet contre l'incorporation des polluants radioactifs autres que l'iode. Les isotopes radioactifs du césium se diffuseront dans les muscles, le cœur... ; les strontiums se concentreront dans les os ; les plutoniums pourront irradier le foie, les os, les gonades ; etc. Certains radionucléides contribueront d'ailleurs à irradier la thyroïde, de l'intérieur pour certains, ou à partir d'autres organes (mais les contributions sont marginales par rapport aux doses induites par l'iode radioactif).

France : iconographie officielle sur l'extension de 10 à 20 km du rayon de pré-distribution des comprimés d'iode stable



Et pour finir, l'iodure de potassium empêche la concentration de l'iode dans la thyroïde mais n'évite pas totalement l'irradiation interne : pendant tout le temps où l'iode radioactif circule dans l'organisme, il pourra irradier l'estomac, les intestins, la vessie... et les poumons s'il est inhalé. La dose efficace liée à l'incorporation de l'iode est considérablement réduite mais elle n'est pas nulle.

Des conditions à remplir

L'efficacité de l'iode stable est subordonnée à la rapidité de la prise. Or, les choix d'organisation ne garantissent pas forcément que les comprimés seront mis à disposition sans trop de retard.

Les choix logistiques concernent à la fois la constitution de stocks suffisants et la distribution préventive au domicile des habitants et dans les lieux collectifs (établissements scolaires, sanitaires, lieux de travail, etc.).

Dans ses recommandations de 1999, l'OMS soulignait que les doses à la thyroïde peuvent être importantes à des centaines de kilomètres du site de rejet, bien au-delà des zones de planification d'urgence qui, souvent, ne dépassaient pas 5 à 10 km.

Depuis lors, le rayon de pré-distribution des comprimés de KI s'est progressivement élargi, mais les distances restent encore insuffisantes en regard des enseignements des catastrophes de Tchernobyl et Fukushima. En France, l'extension de 10 km à 20 km date de 2016 mais la mise en œuvre n'a commencé qu'en 2019 et n'est toujours pas achevée courant 2021. En Suisse, les progrès sont plus significatifs : le rayon a été porté de 20 km à 50 km en 2014. Certains pays ont cependant décidé de couvrir l'ensemble de leur territoire, en tout cas pour les groupes à risque. C'est notamment le cas du Luxembourg, de la Belgique et de l'Allemagne.

Il faut souligner que dans les zones de pré-distribution, en tout cas en France, le taux de couverture est bien loin de 100%. Le retour d'expérience montre que le taux de récupération des comprimés dans les pharmacies est plutôt décevant (50% pour la campagne

2009-2010 ; 40% pour 2019). Le taux de conservation est lui-aussi préoccupant : une étude a révélé que 60% seulement des personnes qui ont bénéficié de la mesure étaient à même de retrouver les comprimés d'iode.

En dehors des zones de prédistribution, les personnes seront approvisionnées à partir de stocks nationaux, régionaux ou départementaux. Les organismes de référence admettent aujourd'hui que les comprimés d'iode doivent pouvoir être distribués dans un rayon d'au moins 100 km autour des réacteurs nucléaires. En France, en Belgique ou en Suisse, cela signifie qu'il faut couvrir les besoins de la quasi-totalité du pays. L'Allemagne considère que la distribution aux groupes prioritaires peut être nécessaire jusqu'à 200 km du point de rejet, ce qui implique la couverture de l'ensemble de son territoire. En Europe, peu de régions sont suffisamment éloignées d'un réacteur nucléaire pour pouvoir exclure tout besoin potentiel d'une prophylaxie par l'iode stable.

Dans ces zones, toute la question est de savoir en combien de temps les comprimés seront mis à disposition des habitants.

En France, la distribution est confiée à des grossistes-répartiteurs en charge de stocks départementaux. Dès le déclenchement de la pré-alerte, ils ont **3h** pour donner accès à leur site aux services chargés d'approvisionner les intervenants, sachant qu'ils sont joignables 365 jours par an mais seulement de 8h à 18h. Dès que l'ordre de distribution est donné, ils ont alors un délai de **12h** pour livrer tous les chefs-lieux de cantons. Une fois la livraison effectuée, les communes du canton doivent aller chercher leurs lots et les ramener pour distribution sur leur territoire. Il faut donc tenir compte des heures ouvrables, des délais de livraison aux chefs-lieux, des allers-retours avec les communes et de la phase de distribution aux habitants (qu'il faut parvenir à joindre et informer).

S'ajoutent à cela les difficultés qui pourraient survenir du fait de l'accident, notamment s'il est causé par un évènement type séisme, inondation ou forte chute de neige, susceptible de provoquer des dégâts importants, des pertes d'alimentation électrique, et/ou de rendre impraticables les réseaux routiers et/ou les autoroutes. Il faut aussi ajouter les éventuels bouchons et accidents provoqués par les départs en masse et les possibles mouvements de panique. **Toutes ces difficultés sont à mettre en rapport avec les vitesses de déplacement des masses d'air contaminé**: avec un vent de 60 km/h, assez fréquent dans la vallée du Rhône, une distance de 100 km est parcourue en moins de deux heures.

Une autre question concerne l'opportunité d'inviter la population à sortir (et faire éventuellement la queue) pour récupérer des comprimés d'iode en s'exposant

¹⁰ Dans ses recommandations de 1999, l'OMS se réfère, par exemple à un risque de cancer de la thyroïde de $2,3 \cdot 10^{-4}$ /Sv par an

le cas échéant à des risques d'irradiation et de contamination. L'option de la livraison à domicile (qui sera nécessaire pour certains publics) ne pourrait que déplacer les risques d'exposition vers le personnel d'intervention : moins de personnes exposées mais à des doses supérieures.

Un choix personnel

Au-delà des décisions des pouvoirs publics, dans de nombreux pays, les comprimés d'iode de potassium sont en vente libre dans les pharmacies. Cela permet à chaque famille de s'approvisionner même en dehors des zones de distribution gratuite. En Suisse, des boîtes de 12 comprimés sont en vente au prix de 5 CHF (4,70€). En France les prix sont libres (typiquement 5 à 6 € la boîte de 10) mais les pharmaciens souvent réticents. Il faut dire que l'expert officiel en matière de radioprotection (IRSN) continue d'affirmer sur son site Internet que « [l'iode n'est pas un médicament en vente libre](#) ». La CRIIRAD a publié début 2021 un courrier de la présidente de l'Ordre des pharmaciens qui permet de lever les résistances.

Des problèmes à résoudre

1. Les seuils d'intervention

Comme expliqué plus haut, la protection n'est pas automatique. Elle n'interviendra que si les calculs indiquent que les doses de rayonnements reçues par la thyroïde risquent de dépasser un certain seuil. En deçà, le risque radiologique est jugé acceptable en regard des risques et des coûts induits par la distribution de l'iode.

Les différences dans les niveaux d'intervention retenus (10 mGy, 50 mGy, 100 mGy... selon les états ou les groupes d'âge) soulignent la part de subjectivité des choix opérés par les pouvoirs publics.

Au-delà de ces divergences, on peut s'interroger sur le fait que les arbitrages entre le risque sanitaire induit par l'iode radioactif et les effets secondaires (voire les coûts) associés aux comprimés de KI sont faits par rapport au seul **cancer** de la thyroïde¹⁰. Or, beaucoup d'études indiquent que ce n'est qu'une partie du problème. Pour mesurer correctement le risque radiologique, il faudrait prendre en compte **l'ensemble des pathologies thyroïdiennes**, en incluant la thyroïdite auto-immune, l'hypothyroïdie (y compris congénitale), les goitres (sans nodule, avec un ou plusieurs nodules), les nodules, les dysfonctionnements hormonaux, etc.

2. Les calculs de dose

Les prévisions de dose équivalente à la thyroïde ne tiennent compte que des doses reçues du fait de **l'inhalation** des iodes radioactifs présents dans l'air contaminé. C'est logique puisqu'une autre mesure est censée protéger la population de l'autre voie d'exposition, **l'ingestion** d'aliments contaminés. La

et qui pourrait avoisiner 10^{-2} /Sv sur la vie (estimations pour les personnes exposées avant l'âge de 16 ans).

réglementation prévoit en effet le retrait des denrées qui présentent une radioactivité supérieure aux Niveaux Maximaux Admissibles (NMA).¹¹

Le problème est que ces limites n'apportent pas le niveau de protection attendu. En procédant à l'analyse critique du rapport d'expertise¹² qui les a validées, la CRIIRAD a identifié de nombreuses anomalies parmi lesquelles... le défaut de prise en compte des doses à la thyroïde ! Dans une note de bas de tableau, les experts européens se contentent d'indiquer qu'en cas d'incorporation prolongée d'iode 131, il est conseillé de vérifier la dose reçue par cet organe ! Etant donné les enjeux sanitaires, une telle légèreté est incompréhensible.

Les calculs de la CRIIRAD démontrent que les niveaux d'iode 131 autorisés dans les aliments conduisent à des niveaux d'irradiation bien trop élevés et que le problème est d'autant plus aigu que les consommateurs sont jeunes. En consommant pendant deux mois des aliments contaminés par l'iode à des niveaux conformes aux limites réglementaires, les nourrissons pourraient ainsi recevoir des doses supérieures, voire très supérieures, au seuil de 50 mGy, a fortiori aux 10 mGy recommandés par l'OMS.

Le problème se pose aussi pour des consommations sur quelques jours, voire même pour des incorporations ponctuelles. Pour mesurer le problème, il suffit de considérer qu'un enfant de **1 an** ingérant **150 g** de patates douces contaminées au niveau maximum autorisé (soit 20 000 Bq/kg en iode 131) recevrait une dose équivalente à la thyroïde de **10 mGy**, c'est-à-dire en un seul jour, un seul repas, un seul plat, la dose de rayonnement qui nécessite, selon l'OMS, l'administration de comprimés de KI pour protéger la thyroïde du risque de cancer.

En 2015-2016, la CRIIRAD a multiplié les démarches pour obtenir la révision à la baisse des NMA mais seules l'Allemagne et l'Autriche ont pris des positions en ce sens.

Une présentation approfondie de la question dépasse le cadre de ce document mais des garanties doivent être recherchées dans 3 directions : 1/ l'obligation de mesures de protection immédiates (ainsi la mise en stabulation du bétail ou l'interdiction de commercialiser les aliments à risque)¹³ ; 2/ la révision à la baisse des Niveaux Maximaux Admissibles afin qu'ils apportent le niveau de protection revendiqué dans la réglementation ; 3/ dans certaines configurations, l'obligation d'intégrer dans les calculs, en sus des doses induites par l'inhalation, les doses à la thyroïde induites

¹¹ La fiche A13 apporte des précisions sur les normes de contamination alimentaires applicables en cas d'accident nucléaire. Elles sont globalement communes à l'UE et à la Suisse.

¹² Radiation Protection 105: EU Food Restriction Criteria for Application after an Accident. Rédigé en 1998 par les experts de

par l'ingestion des aliments contaminés (en particulier lorsqu'il est impossible d'évacuer les jeunes enfants ou de les alimenter avec des produits sains).

3. La décision des autorités

Les documents officiels indiquent que les autorités prendront leur décision sur la base des prévisions de dose. Or, rien ne garantit que ce soit possible. Le retour d'expérience des catastrophes nucléaires montre en effet que la plupart des données font défaut, en particulier sur le paramètre clef de l'activité volumique de l'air. Les rejets radioactifs sont incontrôlables, leur survenue imprévisible et brutale. Prendre une décision implique de faire des hypothèses, et des paris, sur le déroulement de l'accident. Chacun sait combien les opérateurs de Fukushima Daiichi étaient désemparés, faute d'information sur ce qui se passait réellement dans les réacteurs.

Face à l'incertitude, l'approche des autorités et des organismes d'expertises peut différer radicalement d'un pays à l'autre. A Fukushima, en pleine phase d'urgence, les autorités américaines recommandèrent à leurs ressortissants de s'éloigner d'au moins 80 km du site accidenté tandis que l'expert de l'Etat français (l'IRSN¹⁴) publiait des simulations assurant que les doses de rayonnement ne justifiaient ni l'évacuation ni la distribution d'iode stable, et ce quelle que soit la distance !

4. La question des prises multiples

L'effet de l'iodure de potassium n'est maximum que pendant 24 h alors que les rejets peuvent se prolonger bien au-delà de ce délai. Les effets des prises multiples d'iode stable sont encore mal documentés mais les risques semblent limités pour la majorité de la population.

En revanche, le renouvellement de la prise est en général déconseillé pour les nouveau-nés et les femmes enceintes étant donné le risque d'hypothyroïdie néo-natale.



La première prise doit être mise à profit pour organiser l'évacuation de ces groupes à risque.

l'article 31 du traité Euratom, confirmé par leurs avis de 2011 et 2012.

¹³ La Suisse prescrit par exemple qu'une interdiction de récolte et de mise en pâture doit être ordonnée à titre préventif, en particulier dans toutes les zones situées dans la direction des vents et jusqu'à la frontière.

¹⁴ Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire.

La Suisse autorise une seconde administration, mais pas plus, aux femmes enceintes ou qui allaitent. En France, certains documents envisagent le renouvellement des prises en cas d'exposition persistante. Le sujet est assez peu étudié, en particulier pour les enfants.

Certaines études indiquent qu'après la première prise, des dosages moindres resteraient efficaces : après l'absorption de 130 mg de KI, des doses quotidiennes de 15 à 20 mg assureraient une protection d'environ 90%. Un seul comprimé de 65 mg pourrait ainsi couvrir les besoins de 4 personnes de plus de 12 ans pendant 24h supplémentaires. Cela peut être important en cas de rejet prolongé et de pénurie de comprimés. Les boîtes contiennent 10 comprimés en France et 12 en Suisse. Une famille composée de 2 adultes, 1 adolescent et 1 enfant de 10 ans utiliserait d'emblée 7 comprimés. Avec une seule boîte, il serait impossible de renouveler le dosage initial mais, une boîte de 12 pourrait donner 5 jours de protection supplémentaires à dosage réduit. Les études sont toutefois limitées et leurs conclusions restent à confirmer à l'échelle de la population.

Des incertitudes à dissiper

Les connaissances sur l'efficacité de la prophylaxie par l'iode reposent sur des expériences réalisées avec un petit nombre de sujets, sur des expérimentations réalisées sur des animaux (dont la transposition à l'Homme est toujours délicate) et sur des modélisations nécessairement simplificatrices et intégrant diverses hypothèses. Ces travaux documentent en général l'effet de l'iodure de potassium sur une incorporation ponctuelle d'iode radioactif : l'ingestion d'une gélule d'I¹³¹ par exemple. Cette configuration est assez éloignée des conditions réelles d'un accident où l'exposition sera le plus souvent progressive et prolongée dans le temps, (des heures, des jours, des semaines....).

Il ne s'agit pas de remettre en question l'efficacité de l'iode stable (la CRIIRAD en est convaincue et a œuvré depuis sa création pour sa mise en œuvre effective), mais de s'interroger sur certaines zones d'ombre. Il y a par exemple très peu de travaux qui justifient la posologie choisie pour les enfants (qui peut d'ailleurs varier selon les Etats). Ne faudrait-il pas d'ailleurs tenir compte du poids des sujets et pas seulement de leur âge (sans pour autant trop compliquer la posologie) ? Les études portent en général sur des personnes en bonne santé et sans problème thyroïdien. Chez des personnes dont les conditions physiologiques ou cliniques ne sont pas optimales, le niveau de protection ne risque-t-il pas d'être sensiblement inférieur aux attentes ?

¹⁵ [Plan ORSEC / Vienne : Distribution de comprimés d'iode à la population](#). Arrêté préfectoral n°2017-SIDPC-036

Un suivi médical après la prophylaxie ?

Il est inutile pour la grande majorité de la population. Il est cependant nécessaire de consulter un médecin aussitôt que possible si le KI a été pris à partir de la 10-12ème semaine de la grossesse (surveillance échographique du fœtus, puis suivi médical du nouveau-né). Un contrôle de la fonction thyroïdienne s'impose également pour les nourrissons qui ont reçu du KI alors qu'ils avaient moins de 1 an (dosage hormonal 2 semaines après l'administration de KI impératif pour le nouveau-né). Les personnes atteintes d'un goitre ancien, d'une pathologie thyroïdienne évolutive ou ayant des antécédents thyroïdiens devraient également consulter leur médecin traitant.

En guise de conclusion

Dans les plans d'urgence, tout est planifié et s'enchaîne parfaitement mais il y a souvent loin de la théorie à la pratique. La réalité est faite d'imprévus, parsemée d'erreurs et de difficultés.

En France, un site était dédié à l'information de la population en cas d'accident nucléaire : « *Alertes nucléaires : je sais quoi faire* ». En 2020, « *en raison de la situation sanitaire* » (covid 19), le numéro vert a été suspendu pendant des mois (puis le site a été fermé). Gérer un accident nucléaire dans un contexte de pandémie n'avait pas été envisagé dans le plan national de gestion d'un accident nucléaire.

Les erreurs humaines viendront également compliquer la gestion de crise. Lors de l'accident de Fukushima Daiichi, la CRIIRAD a ainsi constaté l'oubli fréquent de la forme gazeuse de l'iode, l'activité de l'iode particulaire étant présentée comme la concentration totale à laquelle la population était exposée. C'était déjà le cas en France lors de la catastrophe de Tchernobyl.

Certains dysfonctionnements sont déjà constatés dans des documents de référence qui ont pourtant été vérifiés et validés à de multiples niveaux. Le plan d'urgence de la centrale nucléaire de Civaux indique par exemple que l'efficacité de l'iode stable est maximale « *s'il est ingéré une heure avant l'exposition au rejet et au plus tard 24 heures après l'exposition* »¹⁵. Il faudrait pratiquement inverser l'affirmation avec une efficacité maximale de 24h avant à 1h après l'exposition ! On trouve une erreur similaire sur le site Internet de l'IRSN, l'expert qui conseillera les pouvoirs publics sur l'administration de l'iode stable à la population. Il soutient que les comprimés doivent être administrés « *au plus tôt une heure avant l'exposition à la radioactivité, et au plus tard dans les 6 à 12 heures qui suivent* »¹⁶. Cela préjuge mal de la gestion d'un accident nucléaire majeur par les autorités françaises.

¹⁶ [Prise d'iode stable : mettre fin aux idées reçues](#).

ANNEXE : INTERPRETATION DES GRAPHIQUES PRESENTANT LES RESULTATS DU RESEAU DE BALISES DE LA CRIIRAD

Une codification a été mise en place sur les graphiques mis en ligne, au niveau de l'encart « Observations », pour renseigner des événements particuliers. Cette codification est explicitée ci-dessous.

A/ Les balises sont des outils de surveillance de la radioactivité fonctionnant 24h/24 toute l'année. Ce fonctionnement en continu est nécessairement rythmé par la survenue d'événements programmés tout au long de l'année (prélèvements hebdomadaires aux balises atmosphériques, interventions de maintenance), voir tableau A.

B/ Il peut se produire également des événements non programmés (dysfonctionnements mécaniques ou électroniques, pannes,...), voir tableau B.

C/ Lorsque des résultats de mesure sont atypiques, ils font l'objet d'une codification explicitée dans le tableau C.

CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES	
<i>Tableau A / Evénements techniques programmés (prélèvement hebdomadaire aux balises atmosphériques, maintenance,...)</i>	
C	Prélèvement de la cartouche à charbon actif (balise atmosphérique) : la fréquence de prélèvement est hebdomadaire. Des prélèvements en urgence sont effectués si nécessaire.
F	Prélèvement du filtre aérosols (balise atmosphérique) : la fréquence de prélèvement est mensuelle, sauf s'il est nécessaire de remplacer le rouleau de filtre ou en cas d'anomalie nécessitant une intervention en urgence.
F/C	Prélèvement simultané du filtre aérosols et de la cartouche à charbon actif (balise atmosphérique)
MAINT	Intervention de maintenance du laboratoire CRIIRAD et/ou d'un prestataire

CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES

Tableau B / Evénements techniques non programmés (dysfonctionnements techniques, pannes, arrêt balise...)

COM	Problème de communication pour la transmission des données entre la balise et la centrale de gestion nécessitant ou ayant nécessité une (des) intervention(s) à la balise
DYS	Dysfonctionnement technique (rupture de filtre aérosols, arrêt d'une pompe, panne électronique, panne de compresseur, ...)
.	Arrêt ponctuel de la balise, pour une durée inférieure à 6 heures (typiquement : coupure de l'alimentation électrique ponctuelle)
[Début de période d'arrêt de la balise (dans le cas d'un arrêt d'une durée supérieure à 6 heures)
]	Fin de période d'arrêt de la balise (dans le cas d'un arrêt d'une durée supérieure à 6 heures)
AUTRE	Evénement ne rentrant pas dans une des catégories précédemment citées

CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES

Tableau C/ Résultats de mesure sortant de l'ordinaire

RN	Dépassement(s) alpha et (ou) bêta direct (balises atmosphériques) lié(s) à un pic d'activité volumique en radon
P	Pic d'activité volumique (balise aquatique d'Avignon) ou pic de débit de dose gamma ambiant (sondes gamma) en lien avec des épisodes de précipitations ou des crues (lessivage des descendants émetteurs gamma du radon)
CONT-S	Contamination suspectée, analyses complémentaires en cours
CONT-A	Contamination avérée, voir document spécifique

Auteur : Jérémie Motte, Ingénieur environnement, Responsable du service balises au laboratoire de la CRIIRAD

Approbation : Bruno Chareyron, Ingénieur en physique nucléaire, Directeur du laboratoire CRIIRAD.

LABORATOIRE CRIIRAD

Le laboratoire de la CRIIRAD est un laboratoire d'analyse spécialisé dans les mesures de radioactivité et agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour les mesures de radioactivité de l'environnement et les contrôles radon (voir portée de l'agrément sur le site <http://www.criirad.org/laboratoire/agrements.html> . Il est placé sous la responsabilité de M. Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire.



RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno CHAREYRON



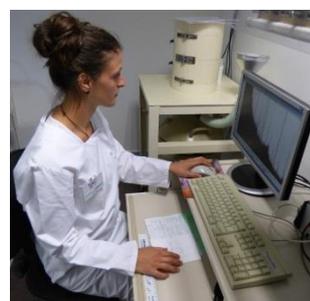
RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES

Jérémie MOTTE



RESPONSABLE SERVICE RADON

Julien SYREN



RESPONSABLE SERVICE PREPARATION ET ANALYSES

Marion JEAMBRUN



INTERVENTIONS HEBDOMADAIRES, ANALYSES

Stéphane PATRIGEON



SCRUTATION DES DONNEES

Stéphane MONCHÂTRE



PREPARATION DES ECHANTILLONS

Sara ORTUNO



RESPONSABLE QUALITE

Manon CAVALIER

EQUIPE D'ASTREINTE

Manon CAVALIER, Bruno CHAREYRON, Marion JEAMBRUN, Jérémie MOTTE, Stéphane PATRIGEON, Julien SYREN.